

# 雪峰山中段砂岩层控型金矿 地质特征及控矿机理浅析

刘湘勤

(地矿部湖南地勘局 407队)

孟宪刚

(中国地质科学院地质力学研究所)

赵建光 肖竹松

(地矿部湖南地勘局 407队)

**摘要** 雪峰山中段金矿类型众多,其中,近年来新发现的砂岩层控型金矿分布广、品位富、工业价值大。芙蓉溪群砖墙湾组(P<sub>tz</sub>)长石石英杂砂岩和震旦系长滩组(Z<sub>c</sub>)含砾长石石英杂砂岩均具有明显的控金作用。砂岩层往往大面积发生矿化蚀变,矿体严格受砂岩层控制。在多种蚀变叠加及NW与NE向两组构造交汇部位往往形成“T”状富金矿柱。

**关键词** 层控金矿 雪峰山

## 0 引言

近几年来,雪峰山中段金矿地质勘查取得显著进展。继90年代初勘查探明铲子坪中型金矿后,全区找金、采金热潮十分高涨。随着近年来地质工作的不断深入,各种类型金矿不断被发现,有破碎带蚀变岩型、韧性剪切带型、砂岩层控型等。其中砂岩层控型金矿是近年来发现的十分重要的新类型金矿,以桐溪金矿、金牛山金矿较为典型。该类型金矿具有分布广、品位富、工业价值大等特点,其找矿前景十分广阔。

## 1 区域地质背景

本区处于扬子准地台与华南褶皱系之间的过渡地带。属雪峰弧形隆起之中段,岩浆、构造活动强烈。区内各时代地层发育齐全,但以前寒武系地层分布占主体。区域断裂褶皱以NE-NNE走向的新华夏系为主,断裂多表现出逆冲挤压性质。岩浆岩从加里东—印支—燕山期均有活动,基性—中性—酸性岩脉、岩体均有分布(图1)。遥感解释表明,环形构造和隐伏岩体广泛存在。所有这一切造就了十分优越的区域成矿地质背景。

1997年 3月 4日收稿; 1997年 6月 10日修改稿。

地矿部跨世纪工程(M10)分支项目“黔阳地区金、锑矿控矿条件及靶区优选研究”阶段性成果。

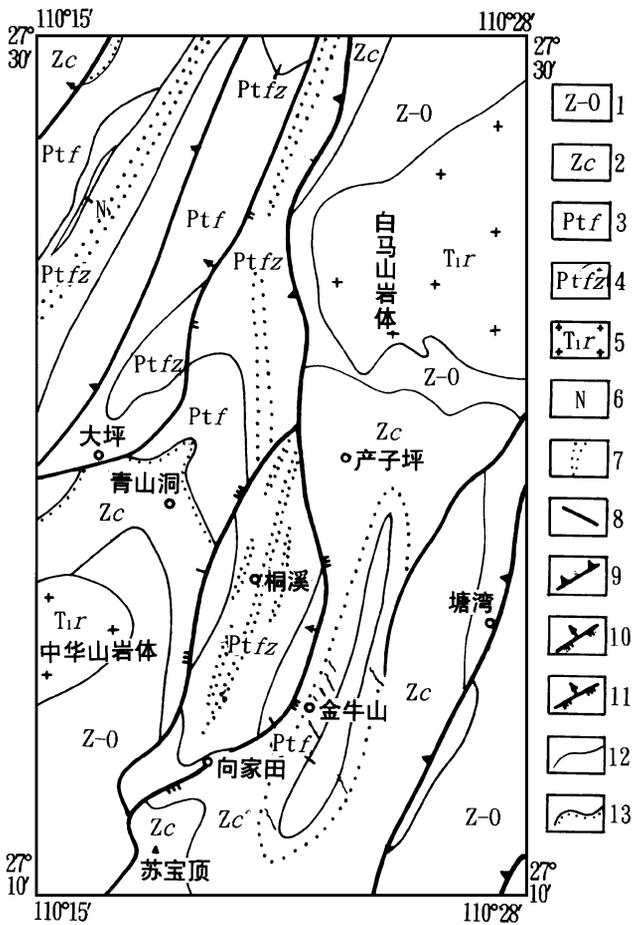


图 1 雪峰中段控矿砂岩分布示意图

Fig. 1 Distribution of the ore-controlling sandstone in the middle part of the Xuefengshan mountain

1. 震旦—奥陶系; 2. 震旦系长滩组; 3. 芙蓉溪群; 4. 芙蓉溪群砖墙湾组;
5. 花岗岩; 6. 基性岩脉; 7. 蚀变矿化砂岩层; 8. 含金石英脉; 9. 主要逆冲断层;
10. 逆掩推覆断层; 11. 逆冲断层; 12. 地层界线; 13. 不整合地质界线

## 2 控矿砂岩地质特征

### 2.1 控矿砂岩的时空分布

控矿砂岩可分为两套岩系,其一是新元古代芙蓉溪群砖墙湾组(Pt<sub>zf</sub>)砂岩;其二是产于震旦纪江口群长滩组(Zc)砂岩。二者在区域上大致呈 NNE 向平行展布。它们主要出露于中华山和白马山岩体之间的狭长地带,绵延 40km 以上(图 1)

砖墙湾组控矿砂岩产于该组中下部,呈多层状或透镜状产出,走向 0—20°,倾向 NW,倾角陡,一般 50—80°,在桐溪一带,砂岩体产于背斜轴部,可圈出大小砂岩透镜体 20 余个,单个砂岩体走向长 300—4800m,水平出露宽 15—140m,每个砂岩体内部又由数个更小砂岩体与板岩互层组成。数个砂岩体在走向上平行展布,分布宽度约 1000m。长滩组砂岩,呈厚层块状,岩性较单一,产于长滩组最下部(第一段 Zc<sup>1</sup>),厚度 400—650m,岩层走向近 SN,倾角相对平缓,一般 40—50°。Pt<sub>zf</sub> 与 Zc<sup>1</sup> 两套砂岩在剖面上的层序关系见图 2

### 2.2 控矿砂岩沉积建造及岩石学特征

#### 2.2.1 砖墙湾组砂岩 岩性主要

为灰黄色、白灰色厚层状变质中细粒岩屑长石英杂砂岩和变质长石砂岩。其顶、底板均为灰黑色粉砂质板岩。在剖面上,厚层砂岩与厚层条带状粉砂质板岩构成韵律互层。在板岩中见水平纹层,砂岩局部有斜层理和交错层理。研究认为砖墙湾组属火山—陆源碎屑建造,形成于裂谷盆地深槽区至潮坪相环境。

岩屑长石石英杂砂岩,主要由石英(62%)、长石(8.5%)、岩屑(3%)和粘土矿物(26.0%)及少量碳酸盐矿物组成。石英、长石均具一定程度磨圆。石英砂屑颗粒周边普遍有次生加大现象,次生石英结晶具方向性。长石表面粗糙,发生绢云母化,并见硅质交代现象。岩屑成分主要是燧石、泥质板岩、凝灰质火山碎屑。杂质成分均发生轻微重结晶,形成绢云母、水云母、伊利石、蒙脱石、绿泥石、方解石等矿物。砂岩分选性较差,原始孔隙度较发育,但后来均发生再充填。岩石中普



中破裂构造越发育,硅化越强,且硅化强的部位,往往金矿化亦强

3.1.2 绢云母化 表现在砂岩中基质(泥质)成分的重结晶而形成绢云母,少量为白云母。同时长石砂屑表面也普遍被绢云母所交代。绢云母化与硅化同时发育,使岩石颜色变浅即退色成灰白色,地表风化后成灰黄和黄褐色。

3.1.3 绿泥石化 蚀变砂岩中出现绿泥石团块斑点或微细脉,岩石变绿,蚀变强时,金矿化变好。

3.1.4 黄铁矿化、毒砂化 是非常重要的蚀变类型,两种蚀变矿物密切共生。在砂岩中广泛发育,呈星点状,只有在局部呈稠密浸染状。细脉或网脉状产出,此时金矿化变富。黄铁矿化、毒砂化与金矿化关系十分密切

3.1.5 金矿化 金矿化与其它蚀变相伴产生。在桐溪金矿区,砖墙湾组砂岩透镜体全面发生金矿化,金的背景含量  $10\text{--}1000\text{PPb}$ ,大部分样品在  $0.05\text{--}1.0\text{g/t}$  远远高于区域背景值  $1.74\text{PPb}$ ,整个砂岩透镜体形成了矿化背景。在此基础上,沿着 NNE 和 NW 向两组构造发育带,后期成矿热液再一次叠加,矿化加强,形成有工业意义的矿体,在一些特定部位金的品位极高,如 II-1 号矿体平均品位可达  $56.35\text{g/t}$ 。在金矿区已圈出的 10 个矿体中,就有 5 个平均品位在  $12\text{g/t}$  以上。金牛山矿区,金矿化特征有所不同,金矿化主要是沿着 NW 向构造带和石英脉带发生(图 3)

### 3.2 矿体形态、产状与规模

矿体在走向和倾向上均呈透镜状和板柱状产出,往往倾向延深大于走向延长。其产状有两种类型,一是以桐溪金矿为代表,矿体产状与含矿化砂岩体一致,走向 NNE( $0\text{--}20^\circ$ ),倾向 NW 为主,局部为 SE,倾角  $60\text{--}88^\circ$ ,各矿体大致平行展布,其边界严格受砂岩体边界限制。矿体走向长数十米至 300 余米,厚度  $0.8\text{--}2.87\text{m}$ ,矿区平均  $1.78\text{m}$ ,平均品位  $16.70\text{g/t}$ 。储量达中型规模。矿体主要由矿化砂岩及石英细脉和网脉带组成,顶、底板围岩为矿化砂岩,矿体与围岩无明显边界标志,须依化验结果来圈定。二是以金牛山金矿为代表,砂体与砂岩体斜交产出,砂岩走向 NE ( $35\text{--}40^\circ$ ),而矿体走向 NW ( $300\text{--}320^\circ$ ),数条矿带平行展布,间距  $100\text{--}300\text{m}$  不等(图 3)。单个矿体走向延长  $250\text{--}600\text{m}$ ,厚  $0.8\text{--}2.0\text{m}$ 。矿体走向边界严格受砂岩层边界限制。矿体主要由硅化砂岩、石英脉带和蚀变破碎带组成,顶、底板围岩为蚀变砂岩,边界线模糊不清。

### 3.3 矿石特征

3.3.1 矿石类型 自然类型可分为石英—自然金型和石英—硫化物—自然金型;工业类型可分为氧化矿石和原生矿石。

3.3.2 矿石组构 原生矿石有变余砂状结构、交代溶蚀结构,半自形—它形晶粒结构;致密块状构造、微层状构造、细脉和网脉状构造等。氧化矿石,除具原生矿石结构、构造外,还具胶状结构、土状、碎屑状、蜂窝状构造等。

3.3.3 矿石组分 金属矿物主要有黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿、褐铁矿(氧化矿中)、自然金;脉石矿物主要有石英、长石、伊利石、绿泥石等,各矿物含量见表 2

各种矿物组分中,自然金是唯一有用矿物。黄铁矿、毒砂是最主要载金矿物。

毒砂:锡白色,自形—半自形晶粒状、菱面体粒状、板柱状,集合体团块状、脉状、斑点状。粒径一般  $0.074\text{--}0.2\text{mm}$ 。粗大颗粒可达  $1.5\text{mm}$ 。常与其它金属硫化物相伴生。毒砂单矿含金  $209.98\text{g/t}$ 。

黄铁矿:浅黄铜色,表面常具锈色。自形—它形晶,立方体粒状、不规则粒状,少数为五角十二面体。集合体为斑杂状、脉状、团块状。颗粒大小不等,一般  $0.04\text{--}0.2\text{mm}$ ,粗大者大于  $1\text{mm}$ 。与毒砂相比,粒径相对较小。砂岩基质中黄铁矿多呈等粒星散状分布,石英脉中的黄铁

矿则呈细脉浸染状和斑点状分布。早期形成的黄铁矿,因受热液的熔蚀,晶面多不完整。黄铁矿与毒砂密切共生,相互交嵌或包裹。黄铁矿单矿物含金 192.96g/t

矿石的化学成分和微量元素分析结果分别列于表 3 4

从分析结果看,原生矿石中的 As S 含量较高,但氧化流失后,S 则降到非常低,As 也大大降低。此外,矿石中的 Cu Pb Zn Sb Hg 这些对氰化选矿有害元素含量都不高,是其优势

**3.3.4 金的赋存状态** 桐溪矿区金在矿石中以自然金独立矿物形式产出,未发现金银系列矿物。金的颗粒微细,大部为显微金,金粒 0.074-0.01mm 占总量 81.73%,大于 0.074mm 占 10.83%,小于 0.01mm 占 7.44%。局部可见巨粗粒明金,最大为 5mm 自然金,表面干净光亮,一般无污染和杂质,成色 93.84%-94.34%,平均 94.10%。金粒形态多种,主要为不规则粒状,其次有雏状、树枝状、线状、片状、乳滴状及麦粒状等。

金主要以裂隙金和粒间金形式镶嵌在黄铁矿、毒砂、石英等矿物的裂隙和颗粒间,其次有少量金呈包裹体形式产于金属硫化物中。裂隙金约占 50%,粒间金占 30%,包裹金约占 20%。矿石氧化后,金的赋存状态发生明显的变化,自然金从原载金矿物中转移出来到另几种矿物中,氧化矿石中铁的氧化矿物、石英、粘土矿物成为主要载金矿物,且多以附生金形式存在。金在各矿物中的分配率见表 5

表 2 矿石中各矿物相对含量

Table 2 Relative content of the various minerals in the ore

矿物名称	石英	长石	伊利石	绿泥石	埃洛石	黄铁矿	毒砂	黄铜矿	磁黄铁矿	褐铁矿	磁铁矿	方铅矿	闪锌矿	自然金
含量 (%)	75.5	10	7	3	1	0.7	1.5	少量	0.2	0.5	少量	少量	少量	少量

表 3 矿石化学成分 (%) 分析结果

Table 3 Analysis results of the invariable elements in the ore

成分	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	总 Fe	S	As
原生矿	77.08	9.45	0.48	0.08	1.44	3.05	0.94	2.73	0.63	0.521
氧化矿	66.08	15.37	0.89	0.14	0.23	1.00	2.09	5.15	0.04	0.231

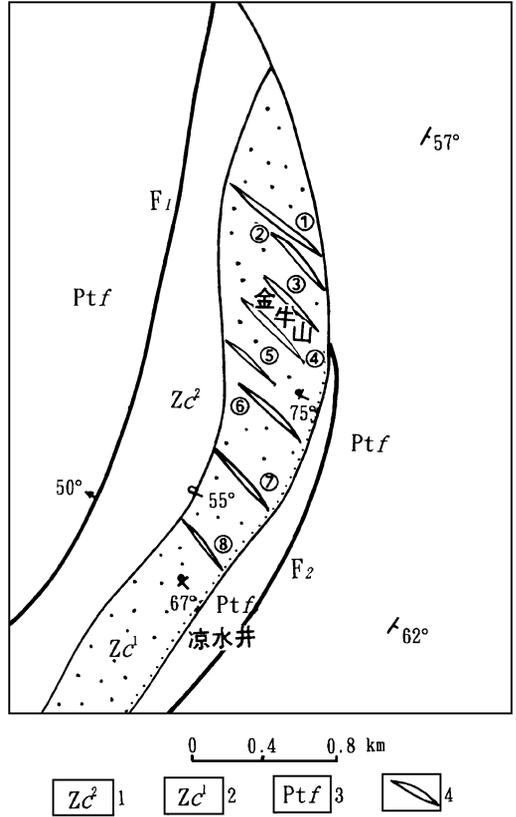


图 3 金牛山金矿矿脉在砂岩层 (Zc<sup>1</sup>) 中分布状态图

Fig. 3 Distribution of the ore vein in the sandstone (Zc<sup>1</sup>) in Jinniushan gold deposit  
1. 长滩组第二段 (砂质板岩); 2. 长滩组第一段 (含砾砂岩); 3. 芙蓉溪群; 4. 金矿脉及编号

表 4 矿石微量元素 (%) 分析结果

Table 4 Analysis results of the microelements in the ore

元素	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Sb	Co	Ni	Sn	B	Ga	P
原生矿	0.0003	0.0005	0.008	0.01	0.02	0.015	0.001	0.002	0.0005	0.005	0.005	0.05
氧化矿	0.0002		0.005	0.005	0.02	0.01	0.001	0.002	0.0005	0.001	0.001	0.05

表 5 金在各矿物中的平衡分配 (%)

Table 5 Equilibrium partition of the gold

矿物名称	褐铁矿 赤铁矿	黄铁矿 磁黄铁矿	毒砂	石英	粘土 伊利石	合计
氧化矿石	52.70			27.07	20.23	100
原生矿石		38.05	51.74	7.82	2.39	100

## 4 矿化富集规律

### 4.1 矿化与砂岩的关系

金矿化形成范围仅限于砂岩层内部,金矿脉带,一般不穿透砂岩层(体),离开砂岩进入顶底板围岩(板岩、砂质板岩)中金矿化即消失。当砂岩中含杂基(泥质物)、钙质胶结物和岩屑较多时金矿化往往增强。

### 4.2 矿化与构造的关系

金矿化富集与构造关系十分密切。如果砂岩层仅仅发生过蚀变矿化,而没有后期构造成矿作用迭加,都不会形成工业矿体。只有存在 NE 或 NNE 向和 NW 向断裂破碎带或劈理密集带并伴随有热液再次成矿迭加,金矿化进一步富集才能形成工业矿体。而且在两组构造交汇部位,矿化最富,矿体厚度也增大(图 4)。NE 向断裂走向  $10^{\circ}$ — $30^{\circ}$ , 倾角  $70^{\circ}$ — $85^{\circ}$ , 倾向 NW 或 SE, 显压扭性; NW 向断裂走向  $290^{\circ}$ — $320^{\circ}$ , 倾角  $75^{\circ}$ — $85^{\circ}$ , 倾向 SW, 显张扭性, 规模不大, 走向延伸数米至数十米, 倾向延伸数十米至 100 余米。两组构造均形成于印支—燕山期, 前者略早于后者。

### 4.3 矿化与蚀变的关系

矿化与硅化、黄铁矿化、毒砂化关系十分密切, 硅化强烈地段, 往往矿化变富。当多种蚀变类型相互迭加, 尤其在形成稠密浸染状或细脉硫化物时, 金矿化明显增强。此外, 绿泥石、粗粒绢云(有时为白云母)化强烈地段也指示富矿存在。

### 4.4 富矿包的分布规律

(1) 产于多组构造交汇部位; (2) 砂岩与板岩接触部位之砂岩内侧; (3) 石英细脉和网脉发育部位(图 5); (4) 富矿包一般作不等距分布, 无矿或低品位地段, 间距 20—50m 不等。富矿包的倾向延深往往是走向延长的 2—4 倍。

## 5 控矿机理分析

雪峰山中段金矿床(点)数量大, 类型多种多样, 成矿机理也十分复杂。大部分矿床都以构

造为主要控矿因素 而桐溪金矿、金牛山金矿、茅坪金矿以及塘湾、群峰等地的一批矿点,却明显受到砂岩层和构造及其它因素的联合控制,且以砂岩控矿占主导地位。主要表现在以下几方面。

5.1 成矿与砂岩的物理机械性能相关

砖墙湾组砂岩与长滩组砂岩均呈厚层状,性质硬脆,孔隙度大,与其顶、底部的板岩、砂质板岩的物理性能差别甚大。在历次构造运动中,砂岩在地应力的作用下更多地表现为脆性而非柔性或韧性,多形成断裂及破碎构造而非褶皱。构造裂隙的大量产生,加上本身的孔隙度又较大,这对含矿热液的流通、交代、沉淀定位都十分有利。

5.2 成矿与砂岩特有的物质成分和化学性质相关

砖墙湾组控矿岩石为长石石英杂砂岩,长滩组为含砾长石石英杂砂岩,这两种岩石都富含 K Na 质长石和成分复杂的岩屑,这使得砂岩的整体成分更加复杂化,复杂的岩石矿物成分体系有利于增强含矿热液的成矿活性。此外,岩石化学分析,含矿层位的 Ca K Na 质氧化物含量比其邻近的上下层位的同成分含量明显高(表 1),使整个岩石呈现碱性。那么,在酸性环境里能稳定迁移的含矿热液,一旦进入这种中性或弱碱性环境,金的氟、氯络合物溶液会遭到破坏、解体,金则发生沉淀成矿。含矿层位金的背景值  $1.56 \sim 1.66 \times 10^{-9}$ ,与上、下相邻层位相近,反映整体受到改造,金

元素发生过迁移和再聚集的特征。因此,控矿砂岩可能为成矿提供部分金源。

5.3 成矿与砂岩的沉积建造相关

砖墙湾组砂岩层,从剖面整体看,显示出多层性,在厚层砂岩之间往往有薄层泥质板岩夹于其中,这就造就了高孔隙度、高渗透性的砂岩层和板岩隔水层配套的建造环境,含矿热液由断裂构造通道导入后,受到板岩层的屏蔽作用,可进行较充分的交代充填,从而使整个砂岩层发生全面蚀变与矿化作用。

5.4 成矿与构造活动相关

本类型金矿与构造关系密切,矿体空间定位离不开 NW 向和 NE 向两组构造的叠加部位。从成因机制看,作为本区骨干构造的 NE 向断裂,具有延伸远、产状陡,切割深且多期活动等特点,在断裂中普遍存在在硅

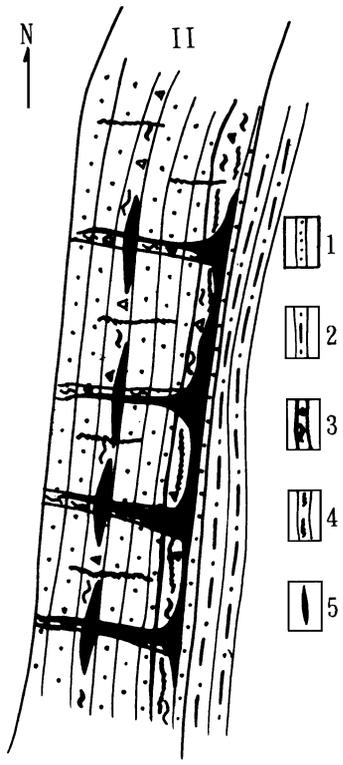


图 4 桐溪金矿 II 号砂岩体中矿体分布图

Fig. 4 Distribution of the ore bodies in the No. II sandstone in Tongxi gold deposit

- 1. 砂岩; 2. 砂质板岩; 3. 破碎带; 4. 石英脉; 5. 金矿体

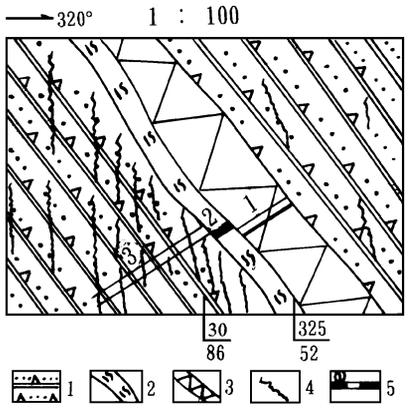


图 5 PDs 素描图

Fig. 5 Sketch map of the PDs

- 1. 矿化变质砂岩; 2. 挤压破碎带; 3. 含金石英脉 (> 5mm); 4. 含金石英脉 (< 5mm); 5. 采样位置及编号, 其中 PD8-1 Au $22.04 \times 10^{-6}$ ; PD8-2 Au $0.43 \times 10^{-6}$ ; PD8-3 Au $92.5 \times 10^{-6}$

化等蚀变,但工业矿体少见,这显示了 NE向区域断裂可能只是一种导矿构造,是成矿热液从深部导出的主通道。作为区域性 NE向断裂旁侧的 NW向和 NNE向断裂破碎带、剪切带,是一种派生成分,规模小,显张扭性,空间的封闭性相对 NE向大断裂要好得多,因此,往往成为含矿热液的沉淀聚集成矿的场所,且构造多期次活动,成矿逐次叠加,矿脉不断变富。

### 5.5 成矿与岩浆活动相关

雪峰山中段正处于 SN向岩浆活动带,环形构造多达 10余处,遥感解译表明,在白马山与中华山岩体之间存在深部隐状岩体,其根部是以岩基相连。407队骆学全等(1991)对铲子坪金矿进行较深入研究后指出, $W^d$  S  $W D_{H_2O}$ ,  $W^8$  O同位素和微量元素 Co/Ni S/Se等分析结果表明,成矿热液都具岩浆热液的特征。宜昌地质矿产研究所谌建国等(1992)研究铲子坪金矿、大坪金矿的矿石 K-Ar年龄为 200-130Ma,与附近的印支-燕山期岩浆岩侵入时间(220-70Ma)相一致,这充分表明成矿与岩浆活动的关系密切,作为铲子坪金矿外围的桐溪、金牛山一带金矿,也应同样具有这一特征。岩浆活动对砂岩层控型金矿起着一定的促进作用。

## 6 结 语

以上主要介绍了雪峰山中段砂岩层控型金矿地质特征,并对其控矿机理作了粗浅的分析。对该型金矿的认识及其成矿、控矿规律的总结,可能为本区找金的突破,具有理论意义和现实意义。

本区砂岩层控型金矿床产于特定时代的地层和一定岩性段内,并经后期改造,富矿地段常处在一定构造部位,特征鲜明。但与本类型金矿有关的成岩成矿年代学方面的研究尚感不足;对于与金的矿源层有关的岩相古地理环境的分析研究还有待进一步深入;与成矿作用有关的构造作用的具体细节还有待进一步充实、完善;其它针对性研究工作尚待加强,如同位素地质学方面的测试等。

我们在本区的工作和本文的写作中,曾得到地矿部湖南地勘局 407队领导和同事们,特别是骆学全队长的大力支持,还得到地矿部地质力学研究所的领导和同事们的支持,特别是得到了吴淦国所长、吴珍汉处长对项目工作的指导;项目组领导及顾问王建平研究员,鼓励我们写作本文,在此一并表示感谢!

## 参 考 文 献

- 1 K. H. 乌尔夫,层控矿床和层状矿床。F-9卷。北京:地质出版社,1986
- 2 骆学全,铲子坪金矿的构造成矿作用。湖南地质,1993,12(3)
- 3 魏道芳,铲子坪金矿成矿物质来源及成矿机理的地球化学研究。湖南地质,1993,12(1)
- 4 刘湘勤、刘学通,湘西地区岩金矿成矿规律及找矿方向。湖南地质,1991,10(4)

# GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE STRATA-BOUND GOLD DEPOSITS IN MID-XUEFENGSHAN MOUNTAIN AND ORE-CONTROLLING MECHANISM

Liu Xiangqin

(407 Team, Bureau of Geology and Mineral Resources of Hunan)

Meng Xiangang

(Institute of Geomechanics, CAS)

Zhao Jianguang Xiao Zhulong

(407 Team, Bureau of Geology and Mineral Resources of Hunan)

**Abstract** In the middle part of the Xuefengshan mountain exist many types of gold deposits, of which a new type— a strata bound gold deposits often widespread and of high grade has been recently discovered. The gold deposit is closely associated with the feldspathic quartz gray-wacke of the Zhuanqiangwan Formation of the Furongxi Group (Pt/z) and the pebble-bearing feldspathic quartz gray-wacke of the Sinian Changtan Formation (Zc). “T” shaped high grade gold ores usually occur in the confluence of various types of alteration or where the NW-trending structures join the NE-trending structures.

**Key words** strata bound gold deposit, Xuefengshan mountain

## 第一作者简介

刘湘勤,男,1962年生,工程师。1984年毕业于长春地质学院地质系地质学专业,长期从事锰矿、金矿的勘探普查及科研工作。通讯地址:湖南省怀化市茶园西路34号怀化地质勘查院  
邮政编码:418000